



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

42  
21  
1977  
ALBA

**"MAQUINAS TERMICAS E IMPACTO AMBIENTAL  
RECOLECCION Y MANEJO DE LOS RESIDUOS  
SOLIDOS MUNICIPALES"**

**TRABAJO DE SEMINARIO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A :  
NOE ALBERTO CORTES GUERRERO**

**ASESOR: ING. ARMANDO AGUILAR MARQUEZ**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1997



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN  
P R E S E N T E .

AT'N: ING. RAFAEL RODRIGUEZ CEBALLOS  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Maquinas Térmicas e Impacto Ambiental:  
Recolección y Manejo de los Residuos Sólidos Municipales

que presenta el pasante: Noé Alberto Cortés Guerrero  
con número de cuenta: 8831790-0 para obtener el Título de:  
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

AT E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 5 de Noviembre de 19 96

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>I</u>	<u>Ing. Armando Aguilar Márquez</u>	<u>[Firma]</u>
<u>II , IV</u>	<u>Ing. Juan de la Cruz Hernández Zamudio</u>	<u>[Firma]</u>
<u>III</u>	<u>Q. Frida María León Rodríguez</u>	<u>[Firma]</u>

DEP/VBOSEN

## **A G R A D E S C O A :**

### **Mi Familia :**

Porque con nada podría pagarles el gran apoyo y ayuda que me brindaron, y principalmente a mi "Madre", que a base de amor y sacrificio contribuyo grandemente a realizar mi más grande sueño convertido ahora en mi formación profesional.

### **Mi Novia y su Familia :**

Por la motivación y apoyo moral que me brindaron, así, como también, la plena confianza que en mí depositan.

### **La F.E.S.-C. :**

A todos aquellos profesores, alumnos y compañeros de trabajo que fueron testigos del gran esfuerzo que demostré para la realización de mi carrera profesional y que sin su existencia jamás lo hubiera podido lograr.

### **La Unidad de Limpia :**

De la delegación Venustiano Carranza por la aportación de información verídica, apoyo constante y un trato amable, que recibí incondicionalmente por parte del responsable.

## INDICE

TEMA	PAGINA
Introducción	1
Residuos Sólidos Municipales	6
Composición y Clasificación de los R.S.M.	9
■ Formas de Recogida	13
Parámetros que Justifican las necesidades de Equipo para un Sistema de Recolección de los R.S.M.	15
■ Análisis Demográfico	15
■ Generación Percápita	18
■ Selección y cuantificación de los subproductos Contenidos en los Desechos Sólidos.	21
■ Peso Volumétrico	24
■ Características de los equipos de Recolección	29
■ Eficiencia de Utilización.	35
Transporte Entre las Zonas de Recogida y Disposición Final	45
Estaciones de Transferencia.	46
Tratamiento y Disposición Final de los R.S.M.	48
Conclusión	52
Bibliografía	55

## INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento demográfico de la ciudad de México a traído como consecuencia el incremento de las actividades productivas y de servicios generando grandes volúmenes de residuos sólidos municipales.

A través del tiempo no solo se ha incrementado el volumen, sino también se ha modificado su composición, pasando de un 5 % de desechos no degradables en la década de los cincuentas, a un 42% en la actualidad.

El incremento tan acelerado de residuos sólidos que se dio en la década de los 70's fue reflejo del consumo masivo de artículos de plástico, que ya no sólo sustituía materiales de vidrio sino también de madera e incluso algunos metales. A mediados de esta década se generaban aproximadamente 7,000 Ton/Días en el Distrito Federal y a principios de los 80's se generaban 9,300 Ton/Día y se hacía más notorio el incremento de materiales sintéticos.

Los residuos sólidos no desaparecen ya de forma natural a discreción de cada habitante. La densidad de la población de las ciudades, la imposibilidad de utilizar un rincón en el campo para amontonar los residuos, la ausencia de animales domésticos que busquen su pitanza en los residuos orgánicos, la evolución de las basuras, de las que una parte creciente escapa a la fermentación natural, una civilización que tira y sustituye más que reparar, la invasión de folletos de publicidad, de boletos y de otros papeles que llenan las aceras, los residuos inutilizables y otras inmundicias se tiraban pura y simplemente a la calle, son algunos de los motivos por los que es preciso

ocuparse de la limpieza de las ciudades y de la eliminación de las basuras particularmente.

Cada una de estas contaminaciones o de estas molestias debidas a la evolución del modo de vida, junto al crecimiento del urbanismo, merecerían de por sí ser expuestas en un libro. Pero no sería fácil tratarlas conjuntamente y por ello el presente estudio no trata más que los residuos sólidos, limitándose incluso a los de la vida diaria producidos en las calles o en las habitaciones; es decir, de como y a que costo librarse de ellos. Se excluye, pues, los escombros, los residuos de las industrias, por no hablar de los casos particulares como los explosivos o los residuos anatómicos o infecciosos.

El problema esta planteado desde la más remota antigüedad: arqueólogos y etnólogos encuentran delante de las cavernas o de las aglomeraciones, acumulaciones de conchas o de huesos de animales, vestigios de alimentos de los primeros hombres. Igualmente montones de restos de otros tipos son una mina de revelaciones sobre las civilizaciones pasadas:

Sin embargo, todo iba bien mientras las ciudades no eran demasiado grandes y los recorridos para llegar a las puertas de la ciudad eran limitados. EL coste del transporte era módico y el tratamiento casi nulo: algunos hortelanos utilizaban basuras para abonar sus cuadros de legumbres y el resto podía almacenarse al otro lado de las tapias sin molestar a nadie. Nadie se preocupaba de la higiene general, siendo muy pocos los ciudadanos que salían de las ciudades; los campos estaban despoblados y el raro paseante no tenía más que elegir los espacios verdes alejados de los montones de inmundicias.

El problema es de una gravedad distinta hoy en día; la población crece rápidamente, las distancias hasta el exterior de las ciudades es más grandes y se es cada vez más exigente en lo que respecta a la vida y a la protección de la salud. Felizmente el encarecimiento correspondiente a los gastos que repercuten sobre las colectividades se han atenuado un poco gracias a los progresos de la técnica: se han llegado a conseguir algunos éxitos en los esfuerzos dirigidos a sacar partido de los residuos domésticos de las aglomeraciones urbanas.

¿Podría encontrarse, pues, mejor orientación para la presente publicación, que estudia los procedimientos actuales que permiten en las mejores condiciones posibles la eliminación de los residuos sólidos de la vida doméstica?

Se trata, por tanto, esencialmente en este caso, de los residuos domésticos y de los demás residuos que se encuentran en la vía pública amontonados de forma independiente; por extensión, se admiten como residuos domésticos los que proceden de las oficinas, del comercio o de las pequeñas industrias; el principio es que cada uno sea responsable de la desaparición final de los residuos que produce. Los particulares, y por asimilación las pequeñas empresas ya mencionadas, regulan los gastos correspondientes mediante la forma de impuestos de retirada de basura. Los industriales, por el contrario, llevan acabo la eliminación de sus residuos directamente a sus expensas de la forma que mejor les parece; si llega el caso, efectuando algunas recuperaciones. Cuando el procedimiento de tratamiento aplicable a las basuras domésticas lo permite puede dirigirse al servicio municipal pagando los gastos correspondientes.

¿ Cómo recoger los residuos sólidos urbanos ? ¿ Cómo hacerlos desaparecer al menor costo para los interesados ? ¿ Cómo mantener las calles limpias ? ¿ Qué es lo que esto cuesta ? . Son éstas las grandes preguntas que se plantean.

Todos los residuos son, molestos, nocivos o peligrosos para la salud pública. La cuestión no es fácil de resolver, pues el peso de las basuras domésticas exceden hoy al Kilo/habitante /día.

A pesar de los progresos realizados en la construcción y funcionamiento de los vehículos automóviles, el problema de la recogida es quizá más complejo aún que el de tratamiento y su costo aumenta mientras que la densidad de las basuras no deja de disminuir, al mismo tiempo que aumenta la cantidad de papeles y embalajes distintos.

Los métodos de tratamiento han realizado progresos y se marca una clara tendencia hacia la investigación en la utilización de las basuras. La descarga bien hecha permite, por ejemplo, revalorizar suelos antiguos. La fermentación produce un abono muy apreciado. La incineración, cuando se trata de fábricas importantes, permite producir electricidad vendida a la red general o vapor distribuido posteriormente por un red urbana de calefacción. Todo esto atenúa sensiblemente el precio del tratamiento. Las basuras no son sólo ya un producto perjudicial del que es indispensable librarse, sino al que se le encuentra utilidades, aunque el valor que resulte esté lejos de cubrir el precio del tratamiento. No hay ni necesidad de evocar la antigua clasificación de las basuras; por descarga, fermentación o incineración, la recuperación se hace de forma global y el trapero y su actividad, tenga carácter artesanal o industrial, no se práctica más, salvo los metales ferrosos que pueden

recuperarse generalmente después de la trituración o incineración. No es imposible que esta situación de hecho se invierta un día. Todo evoluciona y se han emprendido serias investigaciones por distintos sitios para recuperar las materias primas de los desechos con vistas a reintroducirlos en los circuitos económicos. Pero el incremento tan acelerado de la generación de residuos sólidos y la gran diversidad de materiales que componen la basura, demanda una mayor cobertura del sistema así como nuevas alternativas de tratamiento, nuevos equipos y tecnología, con la finalidad de establecer sistemas de manejo, control y aprovechamiento que resguarden el nivel de la vida de la población; por otra parte, la caracterización físico química, bacteriológica y bromatológica obtenida, permite definir las alternativas de tratamiento y aprovechamiento de los residuos con base en su vocación y de esta manera reducir los riesgos al ambiente y conservar los recursos naturales.

## RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

Se puede considerar y definir a los Residuos Sólidos Municipales como aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no alcanzan, en el contexto en que son producidas, ningún valor económico, así también como cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor ó tenga la obligación de desprenderse, en virtud de las disposiciones nacionales vigentes.

Los residuos sólidos municipales son los producidos como consecuencia de las siguientes actividades :

- Domiciliarias
- Comerciales y de servicios
- Limpieza viaria, zonas verdes y recreativas
- Abandono de animales muertos, muebles enseres y vehículos
- Sanitarias en hospitales, clínicos y ambulatorios.
- Industriales, agrícolas, de construcción y obras menores de reparación
- Domiciliaria.

Atendiendo el origen de los residuos generados por cualquier actividad en los núcleos de población o en sus zonas de influencia, podemos llevar acabo una clasificación de los elementos que componen a los residuos sólidos municipales, ésta es la siguiente :

■ Residuos domiciliarios o domésticos en viviendas uni o multifamiliares

- Restos de comida.
- Papel.
- Cartón.
- Plásticos.
- Textiles
- Cuero.
- Latas de aluminio.
- Madera.
- Vidrio.

■ Residuos voluminosos :

- Muebles.
- Colchones.
- Electrodomésticos.
- Otros.

■ Residuos comerciales ( tiendas, restaurantes, mercados, hoteles, gasolineras, etc.) :

- Papel.
- Cartón.
- Plástico.
- Restos de comida
- Embalajes

■ Residuos institucionales (escuelas, hospitales, cárceles, oficinas gubernamentales, etc.) :

- Papel.
- Cartón.
- Plástico.
- Vidrio.
- Restos de comida
- Otros

■ **Residuos de construcciones y demolición ( obras menores de reparación, domiciliarias, obras nuevas, etc.) :**

- Escombros.
- Ladrillos,
- Madera.
- Otros.

■ **Residuos de servicios municipales (limpieza de calles, parques, Zonas de recreo).**

- Hojas de árbol.
- Ramas.
- Polvo.
- Otros.

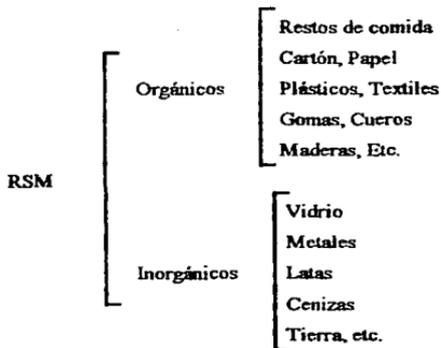
Generalmente la producción de los residuos sólidos municipales descritos en la clasificación anterior depende fundamentalmente de los parámetros que a continuación se enlistan :

- Nivel de vida de la población.
- Modo de vida de la población.
- Del movimiento de la población durante los periodos vacacionales, fines de semana y días festivos.
- Del clima o tiempo.
- De los nuevos métodos de acondicionamiento de mercancías.

## COMPOSICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS RSM

Un parámetro de suma importancia para seguir un método de clasificación de RSM es la composición física que conjuntamente con la caracterización fisicoquímica, determinará el mejor aprovechamiento de cada uno de los subproductos contenidos en los residuos sólidos municipales en la tabla No.1 se pueden apreciar promedio de la composición física de los residuos municipales producidos en el Distrito Federal.

Existen otras formas de clasificación de RSM que atienden al orden orgánico e inorgánico, inertes, fermentables y combustibles. Estas clasificaciones son de mucha utilidad para identificar los elementos que constituyen a los RSM y así proceder a favor de una mejor disposición final de estos residuos clasificados, la clasificación se presenta a continuación:



RSM

Inertes

Metales  
Vidrio  
Tierra  
Cenizas

Fermentables

Orgánicos Putrecibles

Combustibles

Papel, Gomas, Cueros  
Cartón, Madera  
Plásticos

Tabla No. I

SUBPRODUCTOS	PESO (%)
Algodón	1.25
Cartón	9.27*
Cuero	0.19
Envase de cartón	1.93
Fibra dura vegetal	0.36
Fibra sintética	0.44
Hueso	0.21*
Hule	0.68
Lata	1.46*
Loza y cerámica	0.24
Madera	1.71
Material de construcción	4.79
Material ferroso	1.01*
Material no ferroso	0.70*
Papel bond	7.14*
Papel periódico	6.78*
Papel sanitario	5.90*
Pañal desechable	0.46
Plástico película	3.43*
Neopreno (llantas)	3.43
Plástico rígido	3.65*
Poliuretano	0.49
Poliestireno expandido	0.70
Residuo alimenticio	28.06
Residuo de jardinería	3.55
Toallas sanitarias	0.26
Trapo	0.78
Vidrio de color	3.03*
Vidrio transparente	3.87*
Residuo fino	2.16
Otros	5.55
<b>TOTAL</b>	<b>100.00 %</b>

\* Residuos Reciclables.

## RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

La necesidad de organizar un servicio para la retirada sistemática de los residuos domiciliarios apareció desde que los hombres se reunieron en las ciudades; es, por tanto, un problema planteado desde hace mucho tiempo. Pero la evolución de sus datos se ha acelerado durante los últimos decenios bajo el efecto de la transformación de la sociedad.

Cuando las basuras domiciliarias no consistían más que en cenizas y en desechos fermentables y la dispersión de habitantes permitía a cualquiera abandonarlas en la proximidad de su vivienda, se podía dejar de forma efectiva, sin grandes inconvenientes, que los habitantes, corriesen con la eliminación de los residuos de sus hogares. Pero son muy raras hoy en día las colonias rurales que puedan permitirse el no organizar un servicio de recogida de basuras.

La primera fórmula evolutiva apareció en las colonias de poca importancia, con la constitución de un depósito local en un punto fijado por la autoridad municipal, depósito al que cada particular iba a su conveniencia a depositar la parte de los residuos domésticos que no podía eliminar directamente. Este depósito se evacuaba periódicamente, mediante un vehículo cualquiera.

La segunda etapa de perfeccionamiento donde aparece la noción de recogida reside en la organización de un servicio de recolección mediante vehículos equipados para desempeñar esta tarea, al principio, que pasa a

intervalos regulares. Advertidos por medio acústico - campana o bocina -, los habitantes iban a volcar, ellos mismos, sus residuos en el vehículo, por medio de un recipiente cualquiera.

Finalmente en algunas comunidades los residuos se depositan con anticipación en recipientes puestos sobre las aceras a lo largo del itinerario recorrido por el vehículo de recogida, siendo los encargados del servicio los que vacían los recipientes en el vehículo.

El servicio de recogida, objeto del enunciado, comprende la colecta de los residuos y su transporte hasta el vertedero o instalación de tratamiento o puesto de transferencia

## **FORMAS DE RECOGIDA**

Recogida normal o abierta: El vertido de los recipientes se hace directamente en los vehículos. el método más sencillo y el más usado en la ciudad de México, pero no se pueden evitar polvos así como una posible dispersión accidental de las basuras en la vía pública.

Los procedimientos que se indican a continuación obvian este inconveniente, aunque son en general de mayor costo, siendo utilizados en los países Europeos y solo algunos se utilizan en México.

Recogida hermética : La recogida denominada hermética lo es cuando se utilizan recipientes normalizados, cerrados por una cubierta con charnelas. El contenido se vierte en vehículos completamente cerrados. Este vaciado tiene

lugar por medio de un orificio, generalmente colocado en la parte posterior del vehículo, cerrado por un dispositivo cuyos movimientos de apertura y cerrado corresponden exactamente, por medio de una coordinación conveniente, con los volcados y vaciados de los recipientes.

**Recogida por intercambio de recipientes :** Los recipientes llenos se cargan en camiones apropiados y son sustituidos por recipientes vacíos que vienen del lugar donde se han vaciado y se devuelven en buen estado después del lavado.

**Recogida por sacos perdidos :** Se inspira en el sistema anterior, pero, en lugar de recuperar los recipientes, los sacos se pierden, siendo eliminados con las basuras que contienen.

**Recogida por contenedores :** Este método consiste en utilizar sacos de gran capacidad y responde a las necesidades particulares de los grandes conjuntos (habitationales, centros comerciales, etc.)

## **PARÁMETROS QUE JUSTIFICAN LAS NECESIDADES DE EQUIPO PARA UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE (R.S.M.)**

Es necesario que las autoridades correspondientes estructuren un plan maestro para el control de los desechos sólidos, este plan sin duda traerá, con el tiempo, la tecnificación de las operaciones de barrido, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos, para tal efecto es necesario la investigación de datos que fundamenten las acciones a tomar.

Tal información debe ser confiable y considerar los siguientes parámetros: análisis demográfico, generación percapita, composición de desechos sólidos y peso volumétrico. En este caso limitado a el área de la delegación Venustiano Carranza en comparación con el distrito federal.

### **ANÁLISIS DEMOGRÁFICO :**

La elaboración del análisis demográfico, constituye un paso imprescindible en la planeación de sistemas de manejo, tratamiento y disposición final de desechos sólidos ya que el hecho de evaluar el crecimiento de la población, permitirá siempre, una programación con mayores posibilidades de éxito de tales sistemas, ya que es de todos conocido, que la cantidad de desechos generados depende de la población como factor prioritario.

De acuerdo a los términos de frecuencia, la proyección de la población de la delegación Venustiano Carranza fue proporcionada por datos estadísticos

del Instituto Nacional de Estadística y Geografía Indigenista (INEGI), quedando de la siguiente manera en la tabla No.1

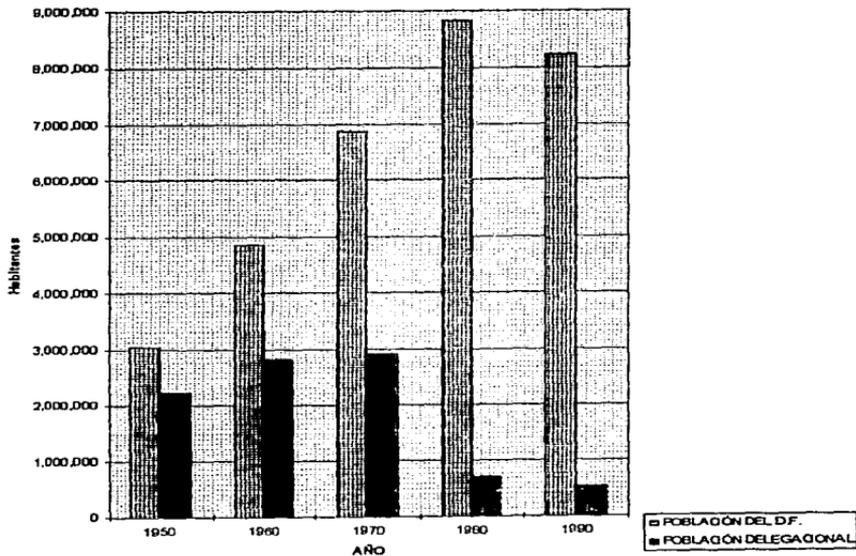
Actualmente en 1996 la población fija de la delegación Venustiano Carranza es de 513,853 habitantes y una población flotante de 2,000,000 de habitantes aproximadamente

**TABLA No.1**

<b>AÑO</b>	<b>POBLACIÓN DEL D.F.</b>	<b>POBLACIÓN DELEGACIONAL</b>
1950	3,050,442	2,234,795
1960	4,870,876	2,832,133
1970	6,874,165	2,902,969
1980	8,831,079	692,896
1990	8,235,744	519,628

# GRAFICA No.1

Población del D.F. en comparación con la delegación Venustiano Carranza



Los niveles socioeconómicos de las colonias que integran la delegación Venustiano Carranza fueron determinadas por las autoridades de la delegación se puede destacar que existe solo 1 colonia de nivel socioeconómico alto, 54 del medio y 12 del bajo. Así mismo se presenta en la tabla No.2 datos promedios de habitantes por manzana y por estrato:

**TABLA No.2**

Nivel Socioeconómico	No. de Manzanas	Promedio Hab/Man	Total
Bajo	372	310	115,320
Medio	1,834	200	366,800
Alto	437	74	32,338
Total	2,643		514,458

**GENERACIÓN PERCÁPITA DE R.S.M. :**

La generación de desechos "percápita", es un parámetro que indica la cantidad de residuos promedio que produce un habitante en un día. Este valor se ve afectado por una serie de factores tales como :

- Climatología del lugar .
- Humedad relativa del ambiente.
- Actividad de la población
- Costumbres y calidad de vida de los habitantes de la población.
- Urbanización.
- Nivel socioeconómico

El tipo de alimentación, así como la forma de vida, el vestido y las costumbres de los habitantes de cada región están caracterizadas sin lugar a duda por el clima que impera y en consecuencia, los desechos que generan se verán afectados tanto en cantidad como en calidad, según sea la estación del año, es decir los desechos de invierno serán diferentes a los de verano.

El conocimiento de la generación per cápita de desechos sólidos en la zona que abarca la delegación Venustiano Carranza es básico para calcular el tonelaje de basura producido diariamente en ellas, y con ellas interrelacionar a toda la ciudad y determinar los parámetros con el propósito de dotar a los usuarios de un buen servicio de recolección, a continuación se muestra en la tabla No.3 una comparación de la basura que se genera tanto en la delegación como en el D.F en los últimos años:

**TABLA No.3**

AÑO	DISTRITO FEDERAL		DELEGACIÓN V. C.	
	Percápita Kg/Hab/Día	Basura Ton/día	Percápita Kg/Hab/Día	Basura Ton/Día
1983	1.23	11,000	2.16	1,122
1987	1.19	9,766	2.05	1,064
1988	1.22	10,068	2.11	1,097
1994	1.22	11,187	2.21	1,141

Actualmente en 1996 se produce una cantidad de residuos sólidos municipales en la delegación Venustiano Carranza de 1,350 ton/día y 2.6 kg./hab./día.

## **SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS CONTENIDOS EN LOS DESECHOS SÓLIDOS :**

Siempre resulta interesante conocer los subproductos, tanto en calidad como en cantidad contenidos en los desechos sólidos generados por los habitantes de cualquier asentamiento humano. Por tal razón es necesario realizar una selección de subproductos con los desechos obtenidos de la generación per cápita en tres zonas de estudio durante ocho días de muestreo de tal manera que haya una cierta relación entre dicho estudio de generación y el estudio de la composición y cuantificación de subproductos.

Con lo anterior se asegura que los resultados obtenidos del estudio que se describe, son representativos del tipo de desechos que generan los habitantes de las tres zonas de estudio.

Además el propio interés que puede generar el conocimiento de los componentes de los desechos sólidos, la selección y cuantificación de subproductos proporcionará elementos que permitan conocer la posibilidad de establecer el tratamiento adecuado de tales desechos, como pueden ser : compostaje, reciclaje, incineración y vertederos controlados. Así mismo permitirá conocer las posibilidades para que el reciclaje de tales subproductos, permitiendo en un momento dado estimar los probables ingresos que tendría el D.D.F., por concepto de venta de aquellos subproductos con mercado real o potencial a futuro.

La selección de subproductos diaria debe llevarse a cabo durante un periodo de muestreo en tres zonas de estudio, y realizarse con base a las

normas técnicas, interpretadas según la experiencia y criterio del encargado de la investigación de campo.

El procedimiento para realizar la selección de los subproductos contenidos en los desechos sólidos generados por los habitantes de las tres zonas de estudio en cuestión se describen a continuación.

a).- Vaciado de los residuos sólidos :

Se toman las bolsas de polietileno ya pesadas, conteniendo los desechos sólidos generados por los habitantes de las casas habitación seleccionadas para integrar la muestra empleada para el estudio de generación per cápita de los desechos sólidos vaciando su contenido en un área plana horizontal ubicada dentro de las instalaciones del campamento de limpia, formando un montón con tales desechos.

b).- Operación de cuarteo :

El montón de desechos sólidos se traspalea en tres ocasiones con bielo y palas, con el fin de homogeneizarlos. A continuación se divide el montón de desechos homogeneizados en cuatro partes aproximadamente iguales, eliminándose dos de las fracciones en contraposición para después juntar las fracciones no eliminadas, formando un nuevo montón de menor tamaño. Esta operación se realiza hasta contar un mínimo de 40kg. de desechos sólidos, según las normas técnicas, cuidando de que la operación se realice cuando mucho hasta en tres ocasiones.

**c).- Selección de subproductos :**

De los desechos sólidos elegidos de las operaciones de cuarteo (mínimo 40kg.), fueron seleccionados los subproductos que se enlistan en la tabla No.1 con el fin de determinar la calidad de los desechos generados por los habitantes de las tres zonas.

**d).- Cuantificación de subproductos :**

Los subproductos ya seleccionados, depositados en las bolsas de polietileno se pesan por separado en una báscula de plataforma de 10 g de aproximación anotando los resultados en la cédula donde los subproductos han sido registrados previamente.

Los porcentos en peso de cada uno de los subproductos se calculan con la siguiente expresión matemática

$$PS = (P1 / P) \times 100$$

donde :

PS : Porciento en peso del subproducto considerado.

P1 : Peso del subproducto considerado, descontando el peso de la bolsa empleada para almacenarlos temporalmente.

P : Peso total de la muestra empleada para la selección y cuantificación de los subproductos (mínimo 40 kg.).

**e).- Obtención de subproductos :**

El paso siguiente es obtener el total de los subproductos tanto en peso como en porciento, con el fin de corroborar si dicho total es igual al peso de la muestra, y si no es así, determinar la cantidad y el porcentaje de las pérdidas en peso de dicha muestra.

**PESO VOLUMÉTRICO :**

El conocimiento del peso volumétrico de los desechos sólidos, es un elemento de suma importancia en la determinación de los parámetros requeridos para el diseño del almacenamiento domiciliario.

El procedimiento empleado para determinar el peso volumétrico de los desechos sólidos generados por los habitantes de las tres zonas de estudio en cuestión se describe a continuación.

Cabe aclarar que la determinación que nos ocupa se realiza con base en las normas técnicas vigentes.

**a).- Metodología a seguir :**

Después de la operación de cuarteo y antes de la selección de subproductos, se toman los desechos sólidos que se emplearán para la selección y cuantificación de subproductos y se vacían dentro de un tambor de lámina de 200 litros de capacidad llenándolo hasta el tope.

A continuación los elementos del personal de campo, toman el tambo para golpearlo tres veces contra el suelo, dejándolo caer desde una altura de 20 cm, con respecto al piso. Al golpear el tambo contra el suelo los desechos sólidos que contiene, se compactan dejando por tanto un espacio libre dentro de dicho recipiente, posteriormente se ocupa dicho espacio libre con desechos sólidos hasta alcanzar nuevamente el tope del tambo, cuidando de no presionar al colocarlos dentro de él; con el fin de no alterar el peso volumétrico que se pretende determinar.

b).- Pesaje del recipiente con los desechos sólidos:

El siguiente paso es el de pesar el tambo de 200 litros de capacidad conteniendo los desechos sólidos de la muestra para la selección de subproductos; en una báscula de plataforma de 10 g de aproximación para determinar el peso total de la muestra incluyendo el recipiente.

c).- Determinación de la tara del recipiente :

Inmediatamente después del punto antes descrito, se vacían los desechos sólidos que contiene el tambo, en un área plana y horizontal, para proceder a la operación de la selección de subproductos. Cuando el tambo se encontraba limpio y libre de desechos sólidos de la muestra para la selección de subproductos se determinó su tara.

d).- Cálculo del peso de la muestra :

El peso de la muestra de desechos sólidos, se determina restando la tara del tambo de 200 litros de capacidad al peso de dicho tambo con los desechos sólidos de la muestra determinando con la acción descrita en el inciso "b".

e).- Determinación del peso volumétrico :

El peso volumétrico de los desechos sólidos por seleccionar, se calcula mediante la siguiente expresión matemática.

$$P_v = P / V$$

donde :

$P_v$  = Peso volumétrico de los desechos sólidos de la muestra en  $\text{Kg/m}^3$

$P$  = Peso de los desechos sólidos en kg.

$V$  = Volumen del recipiente empleado para la determinación en  $\text{m}^3$ .

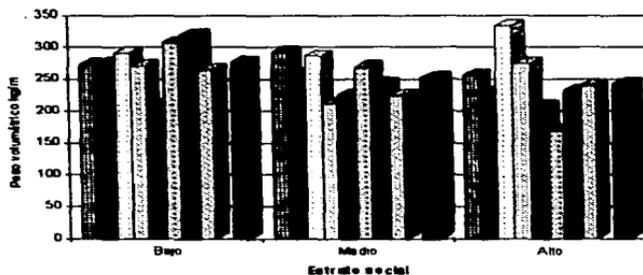
A continuación se presenta en la tabla No.4 de datos acompañada de sus respectivas gráficas que representan el estudio del peso volumétrico en la delegación Venustiano Carranza para los tres niveles socioeconómicos en un periodo de ocho días. (Según datos proporcionados por la delegación).

TABLA No.4

PESOS VOLUMÉTRICOS DIARIOS EN Kg. /m<sup>3</sup>.

Dia de Muestreo	Estrato Socioeconómico		
	Bajo	Medio	Alto
Martes	273.01	292.01	255.12
Miércoles	275.25	257.01	228.49
Jueves	291.01	286.01	333.09
Viernes	270.01	211.01	274.52
Sábado	207.51	223.01	207.09
Domingo	307.11	268.51	168.53
Lunes	319.51	242.51	231.51
Martes	264.11	223.52	238.52
Promedio	275.91	250.44	242.13

GRÁFICA No. 2



Tradicionalmente se ha esperado que el peso de los residuos sólidos se vea incrementado el día lunes de cada semana el motivo es la interrupción o disminución en el servicio de recolección correspondiente a los días sábado y domingo.

También podemos notar que en el nivel socioeconómico alto el peso volumétrico de los residuos es menor en comparación al nivel medio y bajo, esto se debe a que la calidad de los residuos varía; es decir, los embalajes desechados por este nivel socioeconómico son más ligeros y ocupan un volumen mayor.

## **CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DE RECOLECCIÓN**

La obtención de información estadística sobre la producción de los desechos sólidos domiciliarios en la delegación Venustiano Carranza, es sin duda un elemento de juicio importante en la selección y determinación de las necesidades de equipo para el sistema de recolección

Así mismo otro elemento importante a considerar para resolver los problemas que plantea la organización de un servicio de recogida de basuras domiciliarias es el de la elección de los vehículos.

Es evidente que esta elección depende esencialmente de las circunstancias locales. Es lógico, además, que en cualquier caso los materiales (chasis y vehículo) presenten algunas características comunes esenciales en función de los servicios y del rendimiento que se tiene derecho a conseguir de ellos.

Las cualidades que deberá reunir todo vehículo de recogida de basuras domiciliarias son las siguientes:

- Rapidez de absorción de las basuras.
- Llenado máximo y facilidad de vaciado.
- Tolva de carga que permita asegurar las operaciones de volcado de los recipientes fácilmente y en las mejores condiciones de higiene.
- Funcionamiento silencioso.
- Manejabilidad máxima de circulación
- Estanqueidad, fiabilidad, facilidad de mantenimiento y de lavado.

- Reparto correcto de las cargas sobre los ejes,
- Seguridad.
- Estética.

Es común observar cuando los vehículos transitan por las calles de la Ciudad de México, el mal estado en que se encuentran la mayoría de ellos, entre otras por las siguientes causas: una selección de carrocería de recolección inadecuada para cierto chasis o viceversa y la ausencia absoluta de mantenimiento a la flotilla.

En la actualidad todas las delegaciones del Distrito Federal, tienen una mezcla de equipos de recolección que varían tanto en los modelos y marcas de los vehículos como en las cajas de recolección.

La situación anterior representa un problema de difícil y costosa solución, en lo que respecta al mantenimiento preventivo de los equipos, por otro lado el desconocimiento de los equipos provoca dificultades en la operación, los cuales se reflejan negativamente en la eficiencia del sistema de recolección.

Como es de esperarse la delegación Venustiano Carranza cuenta con un parque vehicular de muy variados tipos como son :

- Chasis con carrocería de volteo.
- Chasis con carrocería de recolección tubular de carga lateral
- Chasis con carrocería de recolección cuadrada de carga lateral

- Chasis con carrocería de recolección de carga trasera de un eje.
- Chasis con carrocería de recolección de carga frontal.

A continuación se describen las ventajas y desventajas de los vehículos formados de un chasis con carrocería de volteo y los vehículos formados de un chasis con cualquier otro tipo de carrocería para recolección de desechos sólidos.

## **CARRO CERÍA DE VOLTEO**

### **VENTAJAS :**

- a).- Vehículo ideal para recolección de desechos sólidos provenientes de parques y jardines, provenientes de industrias y para desechos sólidos voluminosos.

### **DESVENTAJAS :**

- a).- Este vehículo esparrsa gérmenes, olor y partículas de desechos sólidos por donde transita.
- b).- No brinda un ambiente higiénico al recolector que viaja en la carrocería de volteo, dentro de la basura.
- d).- Son ineficientes por la variedad y poca capacidad de sus cajas, ya que fueron diseñadas para transporte de materiales de densidad cuatro veces superior a la de los desechos sólidos.
- e).- Requiere de una maniobra muy cansada durante la carga de los recipientes, tanto para el recolector como para el usuario, ya que significa elevar los recipientes conteniendo desechos sólidos desde el nivel del piso hasta por encima de su cabeza.

## CARROCERÍAS DE RECOLECCIÓN

### VENTAJAS :

- a).- La descarga de los desechos sólidos en el sitio de disposición final se realiza mecánicamente y en corto tiempo mediante un pistón de expulsión.
- b).- La maniobra de carga es cómoda, tanto para los recolectores como para los usuarios, sobre todo en el vehículo de carga trasera.
- c).- Este equipo es durable y estas carrocerías están diseñadas para resistir la corrosión.
- d).- Estas carrocerías generalmente no expulsan el agua contenida en los desechos sólidos (lixiviados) que es altamente contaminante, durante su tránsito.
- e).- Estas carrocerías pueden limpiarse fácilmente al final del turno, aunque generalmente no se lleva a cabo esta limpieza.
- f).- El vehículo no esparce gérmenes, olor y partículas de desechos sólidos, por donde transita.

### DESVENTAJAS :

- a).- No compactan lo que anuncia el fabricante, debido a que fueron diseñadas para el manejo de un tipo de desechos sólidos diferente al encontrado en nuestro medio.

- b).- Principalmente los vehículos de carga trasera, así como las cajas compactadoras de los tracto camiones que sirven una estación de transferencia, no son eficientes debido al peso tan elevado de sus carrocerías.
- c).- Sus costos de mantenimiento, preventivo como correctivo son elevados y las refacciones solo se consiguen en el extranjero.

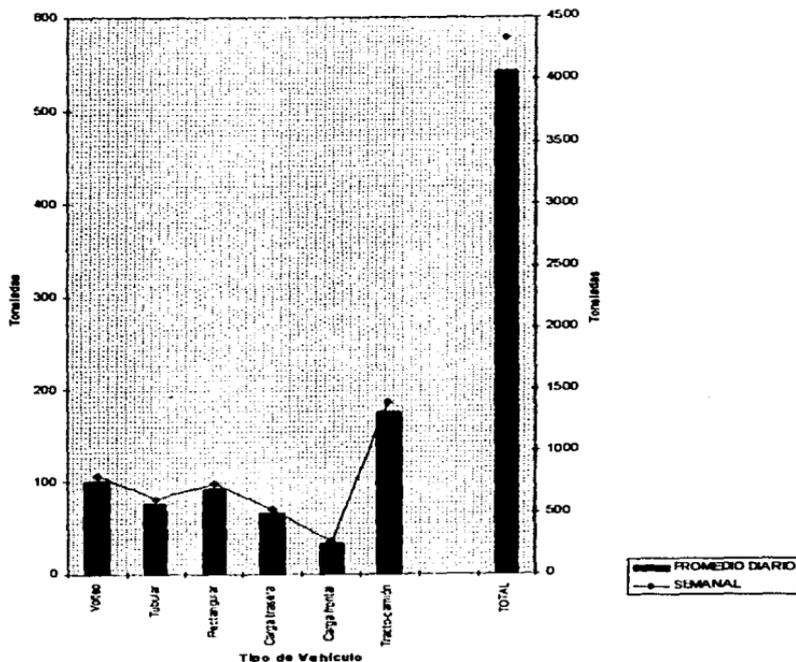
En la tabla No.5 se muestran las cargas promedio de desechos sólidos recolectados, tanto diarias como semanal y la global, detectadas a través el estudio de campo realizado por la Unidad Departamental de Ingeniería Ambiental de la Secretaría de Obras Públicas y Vivienda del DDF.

**TABLA No.5**  
Cargas promedio Diarias, Semanal y Total en toneladas

TIPO DE VEHICULO	PROMEDIO DIARIO	SEMANAL
Volteo	100.038	800.311
Tubular	76.719	613.758
Rectangular	91.857	734.861
Carga trasera	65.794	526.352
Carga frontal	33.281	266.255
Tractocamión	174.377	1,395.02
<b>TOTAL</b>	<b>542.069</b>	<b>4,336.56</b>

### GRAFICA No.3

Cargas promedio diarias, semanal y total en toneladas



## EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN DE LOS VEHÍCULOS

Para poder establecer un patrón de referencia contra quién comparar a cada uno de los tipos de vehículos que efectúan la recolección y el transporte de los desechos sólidos en ésta delegación se necesitó realizar un análisis de descargas de los ejes, que sin transgredir normas impuestas por la secretaría de comunicaciones y transportes, permitiera al vehículo recolectar la máxima cantidad de basura.

La razón de limitar el peso total de un vehículo de recolección nace de la necesidad de proporcionar seguridad al propio vehículo y a los que lo rodean, así como de prolongar la vida útil del pavimento de la calle, paso a desnivel, puente o camino por donde se desplace, que fue diseñado para resistir cierta carga.

La relativa seguridad que dicho vehículo deba conseguir durante el recorrido diario de su ruta, dentro de la delegación y transitando por alguna carretera hacia el sitio de disposición final, se soporta en la operación del mismo que se ve reflejada principalmente en la acción para conseguir un frenado seguro, que depende de la velocidad del peso total del vehículo y la pendiente de la calle o camino.

El comportamiento del pavimento en lo que a su durabilidad se refiere depende del tiempo y de las cargas aplicadas a este por los vehículos rodantes, durante su vida útil, la que puede acortarse debido a la aplicación por medio de los ejes del vehículo de cargas mayores que las usadas en el diseño de la carpeta, haciendo que, esta requiera mantenimiento, bacheo y repavimentación.

redundando en un gasto adicional de conservación que el gobierno de la ciudad deberá ejercer, pudiendo evitarlo.

Además el chasis fue diseñado y construido teniendo en cuenta estas limitaciones en sus ejes, así que aunque el fabricante de las carrocerías asegure la aceptación de un peso mayor de desechos sólidos susceptible de transportarse, a quién dona este peso es al chasis y no a la carrocería, redundando también en un gasto adicional del mantenimiento del equipo y disminución de su vida útil.

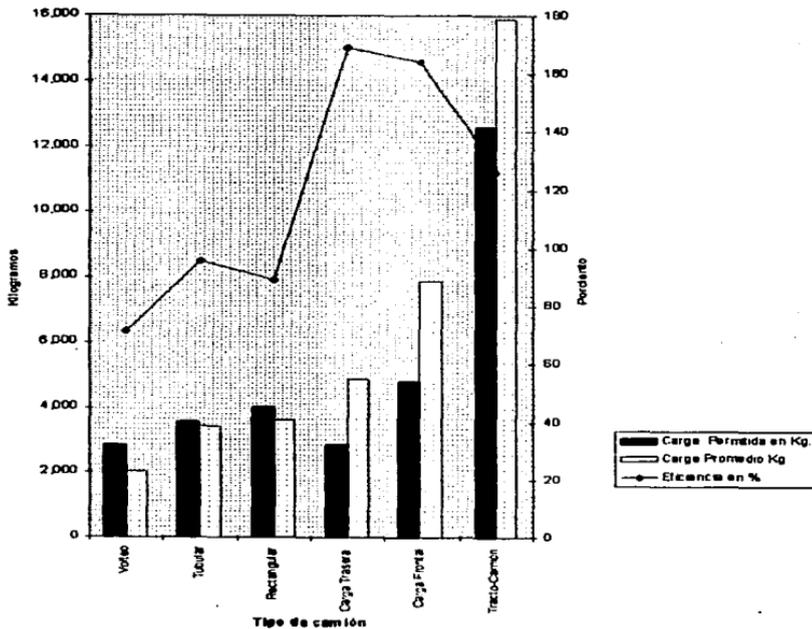
En la tabla No.6 se describen las eficiencias encontradas para todos los tipos de vehículos de esta delegación.

**TABLA No.6**

Tipo de Vehículo	Carga Permitida en Kg.	Carga Promedio Kg.	Eficiencia en %
Volteo	2,836	2,026	71.4
Tubular	3,574	3,413	95.5
Rectangular	4,026	3,588	89.1
Carga Trasera	2,877	4,864	169.1
Carga Frontal	4,807	7,881	163.9
Tractocamión	12,574	15,869	126.2

## GRAFICA No.4

### Eficiencia de los Vehículos



Podemos notar por medio de la gráfica los altos índices de eficiencia de los variados vehículos con los que cuenta la delegación pero este es solo un factor de tantos para poder seleccionar un sistema de transporte, por esta razón y en base a estudios realizados por las autoridades del Distrito Federal, sobre eficiencia, costos de mantenimiento, facilidad de operación y otros factores analizados se determinó que los vehículos a utilizar son los de carga lateral de forma rectangular o tubular.

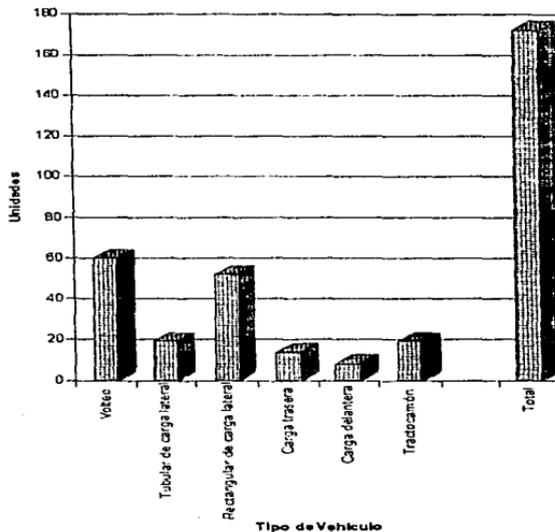
Actualmente la delegación Venustiano Carranza cuenta con un parque vehicular en el orden siguiente que se muestra en la tabla No.7

**TABLA No.7**

TIPO DE VEHÍCULO	CANTIDAD
Volteo	60
Tubular de carga lateral	19
Rectangular de carga lateral	52
Carga trasera	14
Carga delantera	8
Tractocamión	19
Total	172

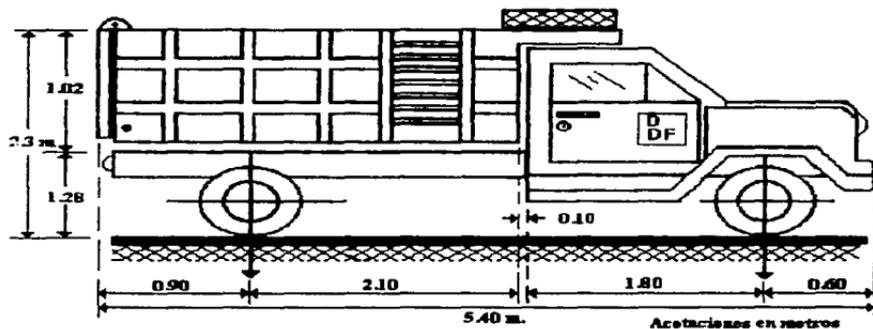
## GRÁFICA No.5

**Cantidad de vehículos en la delegación Venustiano Carranza**



En las figuras siguientes se muestran las cargas permitidas en todos los ejes y la cantidad de basura permisible para recolectarse por cada unidad, este último valor se fijó como el 100 % de carga contra la que se comparó el valor medio de la tabla No.6

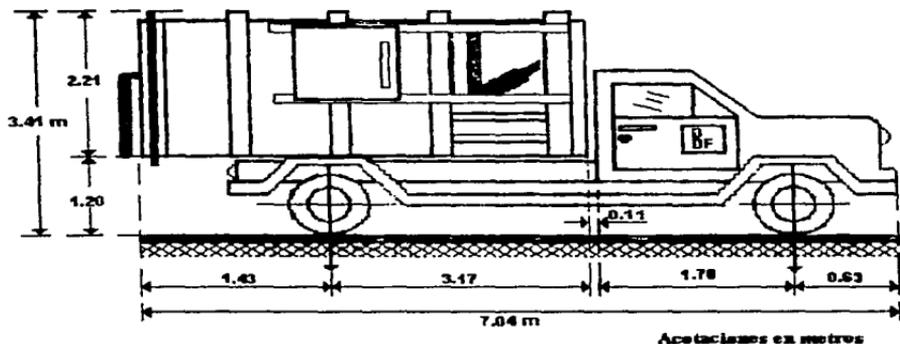
## Carro tipo Volteo



### CARACTERÍSTICAS Y DATOS TÉCNICOS

Peso del chasis :	3.219 ton
Peso de carrocería :	2.200 ton
Peso del Vehículo :	5.419 ton
Peso de la carga de basura :	2.836 ton
Peso del vehículo con carga :	8.255 ton
Carga en el eje trasero :	5.711 ton < S.C.T. 9.0 ton
Carga en el eje delantero :	2.544 ton
Volumen de la caja :	7.500 m <sup>3</sup> .
Densidad de los residuos :	0.256 ton/m <sup>3</sup> .
Carga permitida :	2.836 ton
Carga promedio :	2.026 ton
Eficiencia del vehículo :	71.40 %

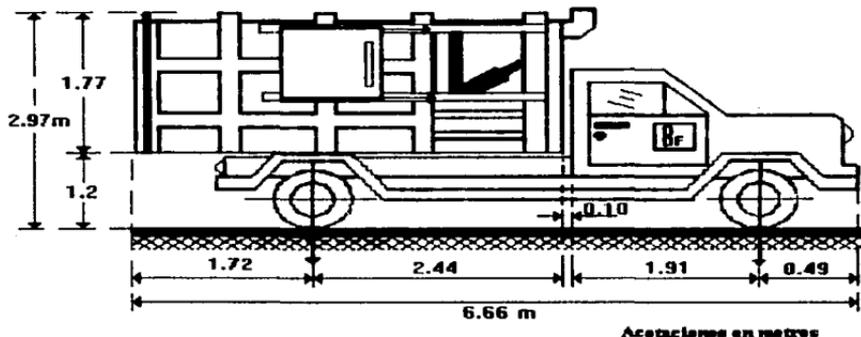
## Tubular de Carga Lateral



### CARACTERÍSTICAS Y DATOS TÉCNICOS

Peso del chasis :	3.785 ton
Peso de carrocería :	3.655 ton
Peso del Vehículo :	7.440 ton
Peso de la carga de basura :	3.574 ton
Peso del vehículo con carga :	10.012 ton
Carga en el eje trasero :	7.819 ton < S.C.T. 9.0 ton
Carga en el eje delantero :	3.195 ton
Volumen de la caja :	12.23 m <sup>3</sup> .
Densidad de los residuos :	0.256 ton/m <sup>3</sup> .
Carga permitida :	3.574 ton
Carga promedio :	3.514 ton
Eficiencia del vehículo :	95.50 %

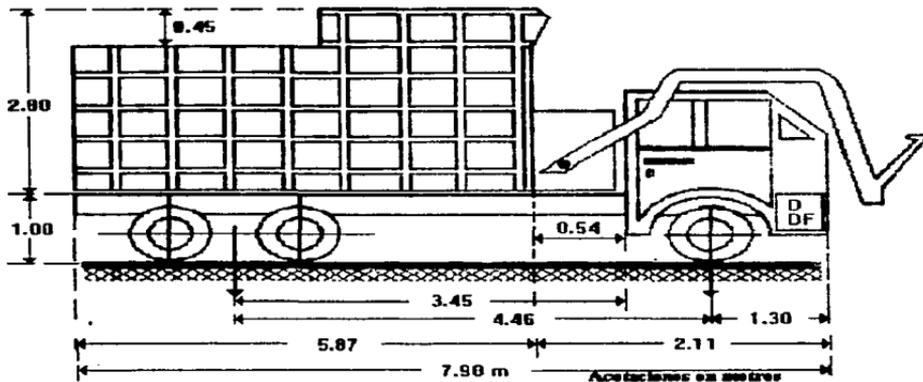
## Rectangular de Carga Lateral



### CARACTERÍSTICAS Y DATOS TÉCNICOS

Peso del chasis :	3.785 ton
Peso de carrocería :	3.227 ton
Peso del Vehículo :	7.012 ton
Peso de la carga de basura :	4.026 ton
Peso del vehículo con carga :	11.038 ton
Carga en el eje trasero :	8432 ton < S.C.T. 9.0 ton
Carga en el eje delantero :	2.606 ton
Volumen de la caja :	12.23 m <sup>3</sup>
Densidad de los residuos :	0.256 ton/m <sup>3</sup>
Carga permitida :	4.026 ton
Carga promedio :	3.588 ton
Eficiencia del vehículo :	89.10 %

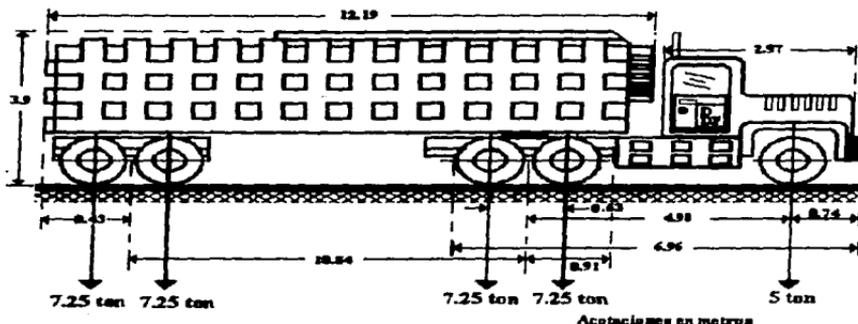
## Carrocería de Carga Frontal



### CARACTERÍSTICAS Y DATOS TÉCNICOS

Peso del chasis :	5.925 ton
Peso de carrocería :	7.195 ton
Peso del Vehículo :	13.120 ton
Peso de la carga de basura :	4.807 ton
Peso del vehículo con carga :	17.927 ton
Carga en los ejes traseros :	12.57 ton < S.C.T. 14.5 ton
Carga en el eje delantero :	5.351 ton
Volumen de la caja :	19.11 m <sup>3</sup>
Densidad de los residuos :	0.256 ton/m <sup>3</sup>
Carga permitida :	4.807 ton
Carga promedio :	7.881 ton
Eficiencia del vehículo :	161.90 %

## Tracto-camión



### DISTANCIAS ENTRE EJES, CONCENTRACIONES DE CARGA Y LONGITUDES TOTALES MÁXIMAS PERMITIDAS EN CAMINOS

Pesos máximos permitidos por eje :

Eje frontal del tractor :	5,000 kg.
Doble eje trasero :	14,500 kg.
Doble eje del semiremolque :	14,500 kg.
Peso total máximo :	34,000 kg.

Peso Promedio del tractocamión :	15,869 kg.
Volumen de la caja :	57.34 m <sup>3</sup> .
Densidad de la basura :	256 kg/m <sup>3</sup> .
Peso promedio de la basura :	15,869 kg.
Carga de basura permitida :	12,574 kg.
Eficiencia del Tractocamión :	126.2 %

Ancho máximo permitido :	2.50 m
Altura máxima permitida :	4.15 m
Longitud Máxima Permitida :	25.25 m

## **TRANSPORTE ENTRE LAS ZONAS DE RECOGIDA Y DISPOSICIÓN FINAL**

Lo más corriente es que los vehículos de recogida efectúen el transporte de las basuras hasta el lugar de tratamiento o vertedero, sistema simple y económico, siempre que las distancias entre zonas de recogida y lugares de destino final no sean muy grandes. La infraestructura a crear se reducirá en general a los caminos vecinales de las instalaciones de tratamiento.

Desgraciadamente con el desarrollo urbano se hace a veces difícil el encontrar en las proximidades de la zona de recogida, terrenos propicios para recibir una fábrica de tratamiento o un vertedero.

Puede ocurrir también que la distancia entre una zona de recogida y el lugar de destino final (vertedero, fábrica) sea importante por otras razones :

- Interés en explotar un vertedero situado a gran distancia para recuperar un tercero inutilizado.
- Interés en enviar las basuras a una fábrica existente alejada más que en crear una nueva fábrica. La solución óptima para el conjunto recogida y tratamiento de una región puede conducir a admitir distancias importantes para ciertas zonas.

Ahora bien el costo de transporte por vehículo de recogida puede llegar a ser prohibitivo, pues no se han concebido para el transporte a larga distancia. Pero, además, el tiempo de rotación de un vehículo de este tipo se alarga de forma tal que no sea posible realizar con cada vehículo de recogida el número

de viajes deseado. Entonces, se encuentra uno obligado a aumentar el número de vehículos o el de gastos suplementarios.

Es necesario, por tanto, en ciertos casos, recurrir al transbordo de las basuras con el fin de utilizar medios de transporte mejor adaptados a las distancias largas. Se trata de :

- Camiones de gran carga.
- Ferrocarriles que utilizan vagones ordinarios o especiales.
- Vías navegables por medio de barcos

Sin embargo la importancia de la inversión que representan los puestos de transición y el material específico necesario puede pesar fuertemente en el costo de la operación. La elección de una solución racional depende, pues, de forma esencial de un estudio económico basado en un análisis profundo de las restricciones locales y de las exigencias del servicio a facilitar.

## **ESTACIONES DE TRANSFERENCIA**

Después de la recogida, los vehículos vienen a vaciar su contenido en el puesto de transición (uno o varios).

En la práctica, los puestos de transición se colocan corrientemente en la periferia inmediata de las aglomeraciones. La posibilidad de molestias, particularmente durante las operaciones de vaciado y transbordo (dispersión de los papeles y polvos, mal olor, ruido.....), obliga a tomar precauciones adecuadas.

Entre las diversas disposiciones dictadas en la legislación para evitar las molestias se puede señalar, en particular, que el terreno sobre el cual se implante un puesto de transición debe cercarse, pudiendo doblarse este cerramiento con un seto vivo, si es necesario, para proteger ambientalmente la zona. Las vías de circulación y áreas de estacionamiento deben concebirse en función del servicio a realizar, debiendo recubrirse de un revestimiento suficientemente resistente.

#### Tipos de Estaciones de Transferencia :

Se utilizan las estaciones de transferencia para transferir residuos sólidos desde los vehículos de recogida y otros vehículos pequeños a quipos de transporte más grandes. Según el método utilizado para cargar los vehículos de transporte, se pueden clasificar las estaciones de transferencia en tres tipos generales :

- Carga directa
- Almacenamiento y carga
- Combinadas carga directa y descarga.

Las estaciones de transferencia pueden clasificarse también según su capacidad de rendimiento (cantidad de material que se puede transferir y transportar) de la forma siguiente : Bajo (menos de 100 ton/día), Medio (entre 100 y 500 ton/día), Alto (más de 500 ton/día).

## **TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

Una vez recogidas y transportadas las basuras, queda el librar de ellas a la colectividad en las mejores condiciones posibles, tanto desde el punto de vista de la higiene y de la estética como desde el coste del servicio.

Se ofrecen cuatro grandes categorías de tratamiento :

- El reciclaje.
- Los rellenos sanitarios o vertederos controlados
- La fermentación o compostaje.
- La incineración.

Las cuatro permiten revalorar, cuando las circunstancias se presentan a ello, un producto particularmente ingrato; antes se intentaba mediante una selección metódica, desgraciadamente manual la mayoría de las veces, recuperar lo que todavía pudiese tener valor; hoy se tiene más bien una valorización global del producto. Un vertedero bien dirigido rellena antiguas canteras para rehacer un suelo agradable y utilizable. Las cualidades del compost no deben despreciarse en forma alguna, por ejemplo, los viticultores de champagne en Europa lo usan por cientos de millares de toneladas. Finalmente la incineración permite aprovechar, cuando se trata de grandes ciudades, las calorías contenidas en las basuras para producir vapor y recuperar las escorias.

¿Como se hace la elección entre cada uno de estos modos de tratamiento?. Generalmente, cuando la ciudad no es demasiado grande, se

encuentran terrenos a distancia no prohibitiva de los que puede instalarse en vertedero durante varios años. Esta disponibilidad de terrenos se presenta con mayor motivo cuando se trata de servicios rurales que agrupan cierto número de ayuntamientos modestos. Cuando se respetan las directrices por las empresas calificadas, se puede decir que la explotación del vertedero no lleva consigo ningún inconveniente, salvo quizá la circulación de camiones, y que los terrenos así recuperados vuelven a encontrar valor agrícola completo. Es casi siempre el procedimiento más económico. Por otra parte, evita los gastos iniciales de instalación que llevaría consigo la creación de una fábrica, cualquiera que fuese.

La fermentación debe contemplarse como posibilidad de eliminación, tanto si las aglomeraciones en cuestión son modestas como de alguna importancia. A veces se está obligado a recurrir a ella por falta de terrenos para vertedero. No se debe olvidar, sin embargo, que existen productos no fermentables, contenidos en las basuras, que no serían sino plásticos o viejos utensilios domésticos; hornos especiales destruyen estos residuos. El precio bruto del tratamiento se aligera en mayor o menor proporción por la comercialización del compost; por ello se debe realizar el estudio de las salidas de compost antes de decidirse a recurrir a este medio, a fin de fijarlo sobre el precio neto a conseguir. A menos que las circunstancias sean particularmente favorables, es raro que el precio de este costo sea inferior al del vertedero.

Llegamos finalmente, a la incineración, que ha hecho tales progresos en estos últimos años que las fábricas pueden instalarse ahora en la proximidad de las viviendas. En efecto, las basuras se tratan muy poco después de su llegada; Los humos son inodoros y pueden estar bien desprovistos de polvos; en

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

cuanto a las escorias, son estériles y pueden venderse para infraestructuras de carreteras o llevarse a vertedero; solamente es preciso velar, si han sido evacuadas del cenicero por vía húmeda, que no se derrame barro en los camiones que las transportan. El precio bruto del tratamiento depende mucho del tamaño de la fábrica; es verdad que cuando más sea más se impone cuidarla, parcialmente en cuanto al desempolvado y a las condiciones de trabajo; estos perfeccionamientos reducen el beneficio debido al tamaño de la fábrica. El precio neto es función de la venta de la escoria y de la recuperación eventual de calorías. Esta se presenta tanto mejor cuando la fábrica está en los alrededores inmediatos de una gran ciudad en la que se puede encontrar salidas importantes para el vapor, muy especialmente si existe una red de calefacción urbana. Actualmente se construyen incineradores de pequeña capacidad que pueda responder en condiciones económicas aceptables, a las necesidades de aglomeraciones más modestas.

Para una fábrica de fermentación o de incineración debe preverse un vertedero auxiliar para los periodos de mala venta de las escorias y para depósito de basuras en caso de superabundancia, de avería o durante la parada anual para conservación. Esto permite, además, recibir las cenizas de desempolvado y los desechos aprovechables.

La fermentación y la incineración están asociadas a veces en una misma fábrica cuya característica mixta aporta cierta flexibilidad de explotación y de aplicación eventual al precio de instalaciones más importantes.

Aparte de estos tres grandes métodos de tratamiento, hoy clásicos, aparecen nuevos procedimientos, son objeto de estudios y experiencias, e

**incluso de ciertas realizaciones. Estos procedimientos se encaminan a obtener, por el tratamiento de los residuos urbanos, la recuperación industrial de ciertos elementos (papeles, vidrios, metales, plásticos particularmente).**

Las circunstancias actuales hacen tomar conciencia del hecho de que las materias primas, y en particular el petróleo como base de la industria química y de la energía, no son inagotables, lo que da un nuevo interés a las investigaciones orientadas hacia la recuperación más avanzada de ciertas primeras materias.

## CONCLUSIÓN

Es bueno insistir en la importancia de la limpieza, considerada muy frecuentemente como una función menor. La limpieza de una ciudad indica el grado de civilización de sus habitantes. Una ciudad limpia es una ciudad acogedora y sana.

EL problema ha evolucionado de forma sensible en el curso de los últimos años en función de los progresos de la técnica y de la puesta en marcha de nuevos productos de consumo.

En nuestra época, en la que se ha tomado conciencia de la necesidad de proteger el medio ambiente, conviene adaptar la limpieza a los problemas planteados por la vida moderna, teniendo en cuenta los puntos esenciales siguientes :

- Buscar el medio de reducir las causas de suciedad y hacer un estudio exhaustivo para encontrar los remedios;
- Conocer la nocividad de los residuos vertidos a la vía pública y los medios de eliminarlos.
- Facilitar el trabajo de limpieza, evitando obstáculos inútiles en la vía pública, estudiando los pavimentos de las calzadas, etc.;
- Generalizar el empleo de medios mecánicos modernos y facilitar el trabajo mediante una organización racional y un estudio muy detenido del material (maniobrabilidad, silencio, estética, etc.)
- Mejorar la calidad del personal y perfeccionar su educación.
- Concebir en el futuro las ciudades nuevas y las zonas de ampliación teniendo presente en el espíritu las necesidades de limpieza. Velar por

el buen estado de los accesos a las ciudades, tomando la medida de indicar a los habitantes las posibilidades de desembarazarse de los objetos inútiles y de forma general, de todos los objetos de desecho.

- Crear o poner a punto una reglamentación eficaz y control severo.
- Adoptar las medidas preventivas necesarias en todos los campos, educar y persuadir al público; este se somete mucho mejor a una disciplina se comprende las razones y si toma conciencia de sus responsabilidades.

Los elementos examinados en el presenta trabajo demuestran que la recogida de las basuras domésticas provoca un problema de elección, frecuentemente delicado, que hace intervenir numerosos factores los cuales deberán estudiarse a profundidad y analizar la relación entre ellos.

Sin duda, los imperativos presupuestarios intervendrán en la elección de soluciones y el precio de costo de la recogida es de importancia capital.

Pero, sin desprestigiar este aspecto financiero, se debe guiar por la higiene y la salud pública, la limpieza de la ciudad, la estética y sobre todo asegurar la calidad del ambiente urbano, a causa del cual la población está precisamente muy sensibilizada.

En el plano de la economía, conviene considerar bien todos los factores que entran en juego :

- Mejorar los métodos de recolección de residuos sólidos.
- La calidad del servicio, las comodidades y el bienestar ofrecidos a los habitantes, justifican un costo suplementario:

- Pudiendo imponerse los sistemas más perfeccionados y más higiénicos para el personal de ejecución, toda mejora en este sentido debe buscarse constantemente; esto tiende, por otra parte, a facilitar el reclutamiento.
- La recogida por contenedores obedece a estas mismas preocupaciones pero se dirige a centros importantes.
- El aumento regular de la cantidad de desechos y los métodos apropiados de recogida imponen disposiciones adecuadas en los inmuebles, sobre todo en los grandes conjuntos. Debe establecerse una estrecha coordinación a este efecto entre los promotores y arquitectos, por una parte y el servicio encargado de la recogida, por otra.

## BIBLIOGRAFÍA

1.- Título : Técnicas de Higiene Urbana

Autor : Roger Dorfmann

André Herzog

Procedencia : Instituto de estudios de administración Local

Madrid 1977

2.- Título : Gestión Integral de Residuos Sólidos vol. 1

Autor : George Tchobanoglous

Hilary Theisen.

Samuel A. Vigil

Editorial : Mc Graw Hill

3.- Información otorgada por la Unidad de Limpia de la Delegación

Venustiano Carranza Del Departamento del Distrito Federal.

4.- Información Estadística otorgada por el Instituto Nacional de

Estadísticas y Geografía Indigenista (INEGI).

5.- Información otorgada por La dirección General de Obras Públicas y

Vivienda de la Secretaría General de Obras del Departamento del

Distrito Federal.